

О РЕЗУЛЬТАТАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕРМОМЕТРОВ ТИПА ПТСВ

Д.Н.Астров, Н.Б.Ермаков, С.П.Полунин В.И.Свириденко.

Термометры типа ПТСВ были разработаны в отделении « Криомет» ФГУП ВНИИФТРИ и выпускаются НПО ЭЛЕМЕР и ФГУП ВНИИФТРИ. Их чувствительные элементы изготавливаются в отделении « Криомет». Эти термометры могут быть аттестованы в качестве эталонных 2^{го} или 3^{го} разряда, а также применяться как рабочие средства измерения повышенной точности в диапазоне температур от – 190⁰ С до +450⁰ С. Мы располагаем данными о воспроизводимости показаний 45 шт. термометров полученными в основном при проведении повторных поверок в период с 2002 г. и до конца 2006 г. Эти данные приведены в таблице, где первый столбец указывает разряд термометра, присваивавшийся ему при первичной поверке, во втором столбце указана максимальная температура эксплуатации, а в столбцах 3 – 6 число термометров, воспроизводящих значений сопротивлений которых при температуре тройной точки воды не выходит за пределы указанные в верхней части столбца.

Разряд	t ⁰ max	до 3 мК	от 3 до 8 мК	от 8 до 14 мК	до 100 мК
2	250	8	4	4	2
2	450	10	6	---	1
3	250	4	1	---	---
3	500	1	1	---	3

Отбор термометров при аттестации для присвоения второго или третьего разрядов проводился по результатам первичной поверки по воспроизводимости сопротивления в тройной точке воды после нагрева, выдержки при максимальной температуре эксплуатации и медленном охлаждении вместе с печью. При этом наблюдалось, что поверка до 250⁰С приводит, как правило к меньшему сдвигу этого сопротивления. Однако последующие поверки после эксплуатации показали, что такая корреляция в дальнейшем не наблюдается. Данные приведенные в строке 2 показывают, что термометры эксплуатировавшиеся до 450⁰С в среднем не хуже по стабильности, чем термометры работавшие до 250⁰С. Кроме того исходно менее стабильные термометры, отбирившиеся для аттестации по 3^{ему} разряду, данные о которых приведены в строке 3 ничем не уступают по стабильности термометрам 2^{го} разряда (строка 1 и строка 2).

Дополнительно был выявлен фактор сильно влияющий на ухудшение стабильности термометров. Речь идет о многократном (десятки раз) быстром нагревании термометров до высокой температуры и столь же быстром их охлаждении. Почти все термометры нагревавшиеся в таком режиме до 250⁰ С (столбец 5 и столбец 6) показали очень сильный рост сопротивления в тройной точке воды. Даже при быстром переносе термометра из кипящей воды в воду имевшую комнатную температуру наблюдался небольшой рост (несколько мК) его сопротивления при температуре тройной точки воды. При медленном нагреве в печи до максимальной температуры и медленном охлаждении термометра вместе с печью заметный рост сопротивления, как правило не наблюдается. Не наблюдается также сдвиг сопротивления при быстром погружении термометра в жидкий азот. Отдельного внимания заслуживает небольшой опыт эксплуатации термометров до 500⁰С (строка 4), показывающий, что при аккуратной эксплуатации стабильность термометров даже при таких температурах может оставаться удовлетворительной. Отсюда следует, что для сохранения стабильности термометры типа ПТСВ должны медленно нагреваться и медленно остывать. Отметим также, что у двух термометров после длительной эксплуатации оказались оборванными подводящие провода, более того при использовании серебряных выводов термоудары (погружение нагретого до температуры более 400⁰С термометра в ледяную ванну) с неизбежностью

приводит рано или поздно к их обрыву из-за возникающих механических напряжений не согласованной по коэффициенту линейного расширения внутренней сборки.

Так же нами исследовалась группа термометров типа ПТСВ-2М, предназначенная для работы в неагрессивной жидкой или твердой среде в узком диапазоне от -50 до $+50$ °С. Из 50 штук только у трех термометров наблюдался сдвиг сопротивления в тройной точке воды не превышающий в температурном эквиваленте ± 2 мК, у остальных этот показатель не превышал $\pm 0,5$ мК, а у девятнадцати штук остался на уровне лучше чем $\pm 0,25$ мК. Таким образом термометры данного типа оказались прекрасным инструментом для точного измерения температуры в указанном диапазоне.

Дополнительно нами исследовался вопрос о стабильности чувствительных элементов предназначенных для использования в термометрах типа ПТСВ, для этого группа элементов подвергалась длительному и многократному термоциклированию в диапазоне от -200 до $+500$ °С с контролем сопротивления в тройной точке воды. В целях экономии измерительного времени для контроля сопротивления элементов использовалась автоматизированная система поверки термопреобразователей типа АСПТ производства НПО «Элемер». Измерения показали, что в пределах погрешности аппаратуры (± 5 мК в температурном эквиваленте), заметного ухода значений R_0 у элементов нет. Последнее обстоятельство означает, что характеристики термометров типа ПТСВ могут быть в принципе улучшены за счет правильной заделки элементов в чехлы, так чтобы условия работы элементов не отличались от их работы в естественной атмосфере вплоть до 500 °С.